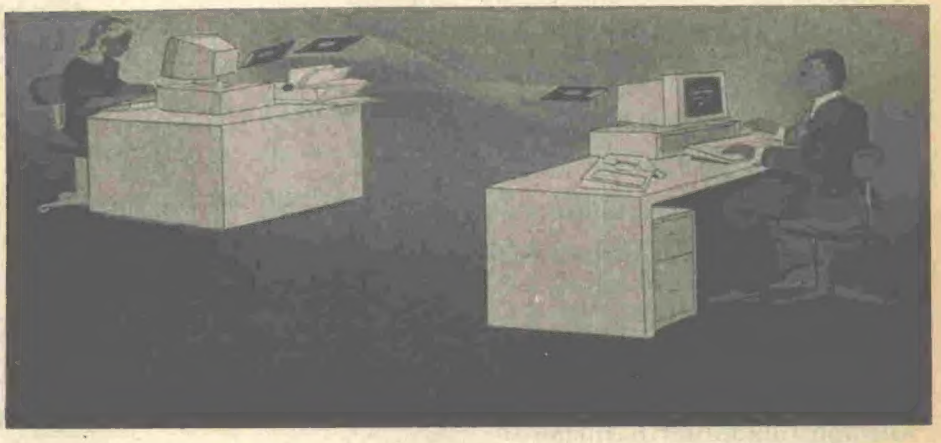
ซอฟต์แวร์
สมชาติ รุ่งเรืองสรการ

SOFT MAIL

โปรแกรมช่วยราชวิถี พิมพ์อักษรคณิตศาสตร์ (MRW)

ตัวอักษรคณิตศาสตร์ที่พิมพ์ยากนักยากหนา มีผู้พัฒนาโปรแกรมช่วยพิมพ์อักษรนี้ได้แล้ว



โปรแกรมช่วยราชวิถีพิมพ์อักษรคณิตศาสตร์ (MRW) เป็นอีกโปรแกรมหนึ่งที่ขยายความสามารถของเวิร์ดราชวิถี (RW) เพื่อทำให้งานพิมพ์เอกสารทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น, สามารถพิมพ์ได้ 5 ระดับ, พิมพ์เศษส่วนที่มีการยกกำลังได้, พิมพ์ลิมิตอินทิกรัล Sigma, และพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อีกมากมาย

โปรแกรม MRW นี้เขียนขึ้นมาใหม่ด้วยเทอร์โบปาสคาลเพื่อใช้แทน NLQ.EXE ของเวิร์ดราชวิถีเดิม เมื่อต้องการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์โดยผู้ใช้จะต้องเริ่มต้นคีย์ข้อความด้วยเวิร์ดราชวิถีก่อน แล้วจึงนำ MRW มาใช้ต่อไป หลักการพิมพ์ต่าง ๆ ได้พัฒนาขึ้นใหม่ ทำให้ผลที่ได้ไม่ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดเดิมใน NLQ.EXE ของเวิร์ดราชวิถี คงอาศัยเฉพาะรูปแบบโครงสร้างตัวอักษรที่กำหนดไว้ในไฟล์ฟอนต์เท่านั้น

ข้อจำกัดของ NLQ.EXE ในการพิมพ์เอกสารทางคณิตศาสตร์

NLQ.EXE ใช้ได้ดีสำหรับการพิมพ์เอกสารทั่วไป จนมีผู้ใช้กันอย่างแพร่หลายรวมทั้งผู้เขียน ซึ่งได้ใช้เวิร์ดราชวิถีมานานแล้ว อย่างไรก็ตาม NLQ.EXE ยังมีข้อจำกัดอยู่ หากจะนำไปใช้พิมพ์เอกสารทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากใน NLQ.EXE สามารถเลือกฟอนต์ได้ 4 ฟอนต์ ดังนั้นในการพิมพ์เอกสารทางคณิตศาสตร์เราจะเลือกกำหนดแบบตัวอักษรในฟอนต์ทั้ง 4 ในรหัสแอสกีต่าง ๆ ให้มีรูปแบบที่ต้องการ โดยมีหลักการว่า "ตัวอักษรที่เราจะออกแบบไว้ในฟอนต์ทั้ง 4 จะอาศัยการจัดวางตำแหน่งของอักขระทุกตัวเป็นหลัก ซึ่งเมื่อพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์แล้วอักษรจากฟอนต์ที่เลือกจะต่อกันไปเป็นสัญลักษณ์ หรือรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้พอดี"

เช่น สมมติว่าปกติ NLQ.EXE จะพิมพ์ด้วย FONT1.LQ เราอาจเลือก FONT2.LQ, FONT3.LQ หรือ FONT 4.LQ มาใช้ออกแบบตัวอักษร ถ้าเลือก FONT3.LQ มาใช้ ตำแหน่งที่ตรงกับตัวอักษร a มีรหัสแอสกีเป็น 97 ออกแบบตัวอักษรใหม่เป็นตัว α (แอลฟา) ดังนั้นเมื่อต้องการพิมพ์ตัวแอลฟา ก็ให้เรียก FONT3 แล้วคีย์ตัว a เมื่อพิมพ์ก็จะได้ตัวแอลฟาตามต้องการ

ด้วยวิธีการสลับฟอนต์ไปมาระหว่าง FONT1.LQ, FONT2.LQ, FONT3.LQ และ FONT4.LQ ทำให้สามารถพิมพ์เอกสารทางคณิตศาสตร์ได้มากพอสมควร นอกจากนี้ยังมี FONTS.LQ ไว้สำหรับการพิมพ์ Superscript และ Subscript ซึ่งจะได้ตัวอักษรที่มีขนาดเล็กกว่าปกติ มีความสูงประมาณครึ่งหนึ่งของตัวอักษรธรรมดาอีกด้วย

สมมติต้องการพิมพ์เครื่องหมายอินทิกรัล ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความสูงกว่าอักษรธรรมดา 3 เท่า เราสามารถนำเทคนิคดังกล่าวข้างต้นมาใช้ได้ดังนี้

เราแบ่งเครื่องหมายอินทิกรัลเป็น

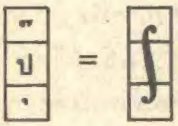
3 ส่วนหรือ 3 ระดับ

ระดับบน หรือระดับ 1 ซึ่งเป็นระดับของสระ [illegible] รวมทั้งวรรณยุกต์ต่าง ๆ นั้น เราจะเลือกมา 1 ตัว เพื่อออกแบบให้เป็นส่วนหัวของเครื่องหมายอินทิกรัล

ระดับกลางหรือระดับ 2 ซึ่งเป็นระดับของอักษรปกติ เช่น ก ข ป ด ต เราจะเลือกมา 1 ตัว เพื่อออกแบบให้เป็นส่วนกลางของเครื่องหมายอินทิกรัล

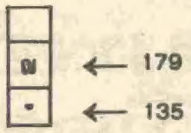
ระดับล่างหรือระดับ 3 ซึ่งเป็นระดับของสระ ุ ู เราจะเลือกมาหนึ่งตัวเพื่อออกแบบให้เป็นส่วนหางของเครื่องหมายอินทิกรัล

ด้วยวิธีการนี้เราอาจใช้คำว่า "ปู" บนจอใน FONT3 ซึ่งเมื่อพิมพ์ออกมาแล้วเป็นเครื่องหมายอินทิกรัล หรือ "ดู" บนจอใน FONT3 ซึ่งเมื่อพิมพ์ออกมาแล้วเป็นเครื่องหมาย Sigma



นั่นก็คือ ขณะนี้เราได้อาศัยการวางตำแหน่งของอักขระภาษาไทยช่วยในการพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์ ให้ออกมาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

เราพบว่าวิธีการอาศัยอักขระภาษาไทยนี้ ทำให้มีข้อจำกัดเกิดขึ้นคือ สระระดับล่าง ุ ู มีให้เราใช้เพียง 2 ตัวเท่านั้น อย่างไรก็ตามเราอาจแก้ปัญหาได้คือใช้อักษร ญ ฎ ฏ ฐ ซึ่งใน NLQ.EXE นั้น ขณะพิมพ์ใน NLQ mode ตัว ฌ และ ุ จะมาจากรหัสคนละตัวกล่าวคือ ฌ มาจากรหัส 179 ส่วน ุ มาจากรหัส 135 เป็นต้น



ทำให้เรามีระดับล่างให้ใช้ได้อีก 4 ตัว แต่ข้อจำกัดยังคงมีอยู่ คือทุกครั้งที่มีการเรียก ญ ฎ ฏ ฐ ผลคือจะได้สองรหัสมาคู่กันเสมอ ปัญหาจึงอยู่ที่ว่าอักษรที่อยู่ระดับล่างของภาษาไทยนั้นมีให้ใช้ 6 ตัว เราจะกำหนดแบบตัวอักษรให้เป็นแบบอะไรบ้าง เมื่อมีการสับเปลี่ยนตำแหน่งออกมาแล้วจึงจะได้ประโยชน์ในการพิมพ์ข้อความทางคณิตศาสตร์สูงสุด เพราะนอกจากสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ 3 ระดับแล้ว ยังมีเศษส่วนที่ใช้ความสูง 3 ระดับเช่นกัน

เช่น เราอาจกำหนดให้ตัว ฐ ให้เป็น - ส่วน ฐ จะกำหนดให้เป็น a และกำหนดให้ ้ เป็น 1 ดังนั้นถ้าเรียก ฐ้ ใน FONT3 ก็จะพิมพ์ออกมาเป็น $\frac{1}{a}$

ดังนั้นข้อจำกัดของ NLQ.EXE ถ้าจะนำมาพิมพ์ข้อความทางคณิตศาสตร์คือ

1. การเรียกใช้งานไม่สื่อความหมายเท่าที่ควรทำให้เข้าใจยากและเสียเวลามาก

2. อักษรระดับล่างมีจำนวนจำกัด

3. การทำเศษยกกำลังหรือส่วนยกกำลัง ยังทำไม่ได้ นอกจากจะใช้ตำแหน่งของบรรทัดต่อไปมาช่วย และตัวยกกำลังจะมีขนาดเท่ากับตัวปกติ ทำให้ไม่สวยงาม

4. ลิมิตของอินทิกรัลยังทำไม่ได้

จากข้อจำกัดนี้ ผู้เขียนจึงได้พัฒนา MRW ขึ้น เพื่อใช้แทน NLQ.EXE ในการพิมพ์ข้อความทางคณิตศาสตร์ให้สามารถพิมพ์ได้ดียิ่งขึ้น

เครื่องที่ใช้ในการพิมพ์

โปรแกรม MRW นี้ใช้ได้กับเครื่องพิมพ์ Epson ประเภท 24 เข็ม ที่สามารถพิมพ์ได้ในแบบ Bit Image ด้วยความหนาแน่น 180 จุดต่อนิ้ว หรือ 360 จุดต่อนิ้ว เช่น LQ1500, LQ500, LQ550 หรือเครื่องรุ่นอื่นในกลุ่มเดียวกันนี้

ไฟล์ฟอนต์ที่ใช้

MRW จะเพิ่มไฟล์ฟอนต์อีก 2 ไฟล์เพื่อไม่ให้รบกวนไฟล์ฟอนต์เดิมของเวิร์ดราชวิถี

- ถ้าพิมพ์ด้วยความละเอียด 180 จุดต่อนิ้วจะใช้ไฟล์ FONT1.LQ, FMAT.LQ และ FMATS.LQ

- ถ้าพิมพ์ด้วยความละเอียด 360 จุดต่อนิ้วจะใช้ไฟล์ FONT1.LQ1, FMAT.LQ1 และ FMATS.LQ1 โดยที่ FONT1.LQ คือไฟล์ฟอนต์เดิมของราชวิถี

FMAT หมายถึง FONT1 ที่ออกแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไว้แล้ว และ

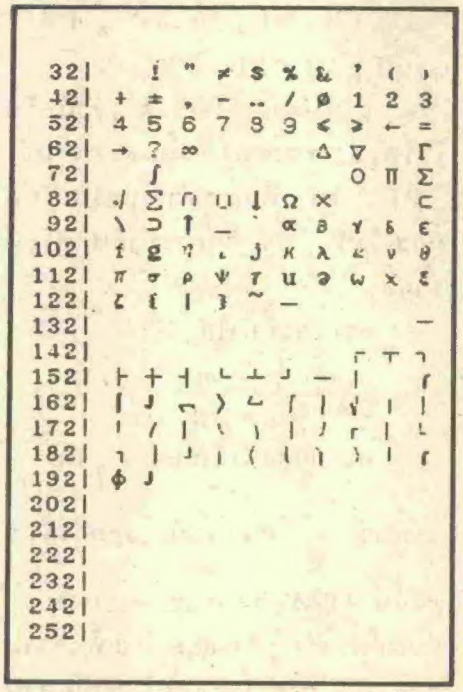
FMATS หมายถึง FONTS ที่ออกแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไว้แล้ว

อักษรปกติจะพิมพ์ด้วย FONT1 เมื่อมีการเรียกสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จะพิมพ์ด้วย FMAT และ การพิมพ์ superscript และ subscript จะพิมพ์ด้วย FMATS

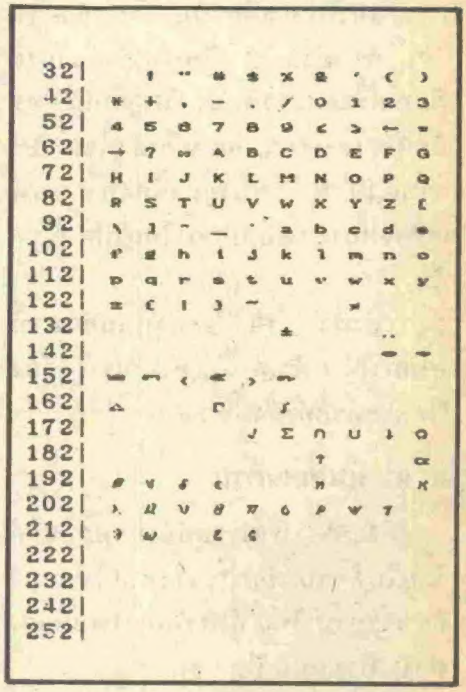
ตารางแสดงแบบตัวอักษร

ตาราง 1 แสดงรหัสอักษรปกติของ FONT1.LQ

ตาราง 1



ตาราง 2



ตาราง 3

ตาราง 2 แสดงรหัสอักษรที่ออกแบบไว้ของ FMAT

ตาราง 3 แสดงรหัสอักษรที่ออกแบบไว้ของ FMATS

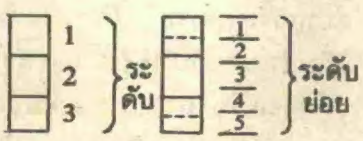
จะเห็นได้ว่าในตาราง 2 แบบตัวสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ระดับเดียวจะมีรหัสตั้งแต่ 33-160 ส่วน รหัสตั้งแต่ 161-255 นั้นได้ออกแบบสำหรับอักษรที่ต้องใช้ 3 ระดับ เช่น เครื่องหมายอินทิกรัล, Sigma... เครื่องหมายเหล่านี้แต่ละตัวจะใช้ 3 รหัสเรียงติดกัน เช่น เครื่องหมายอินทิกรัลจะใช้รหัส 161, 162,163 เป็นต้น ด้วยหลักการนี้เราสามารถพิมพ์อักษร 3 ระดับได้ถึง 31 ตัว หรือมากกว่าได้ เช่น ถ้าเราเริ่มต้นที่รหัส 130 เราสามารถพิมพ์อักษร 3 ระดับได้ถึง 40 ตัว

ส่วนในตาราง 3 ใช้สำหรับการพิมพ์ superscript, subscript รหัส 32-126 จะเป็นตัวอักษรตามแบบเดิม ที่เหลือจะเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มที่รหัส 127 เป็นต้นไป ไม่มี superscript, subscript สำหรับภาษาไทย

ในตาราง 2 และ 3 จะเห็นได้ว่าบางรหัสยังว่างอยู่ หมายถึงยังไม่ได้ใช้ ผู้ใช้สามารถนำไปใช้เพิ่มเติมได้

ความสามารถของ MRW

สามารถพิมพ์อักษร 3 ระดับได้โดยไม่ต้องอาศัยการวางตัวของอักขระภาษาไทย ทำให้สื่อความหมายได้ดีขึ้น สามารถแบ่ง 3 ระดับออกเป็น 5 ระดับย่อย ได้ดังนี้



1. การพิมพ์อักษร 3 ระดับ

เมื่อต้องการพิมพ์ก็ให้คีย์ตัวควบคุมก่อน คือ ^PI เพื่อบอกว่าต่อไปนี้จะเป็นการพิมพ์อักษร 3 ระดับ แล้วตามด้วยตัวอักษรตัวใดตัวหนึ่ง ในไฟล์ L3 ซึ่งไฟล์ L3 นี้มีไว้ช่วยกำหนดว่าอักษรอะไรที่จะเป็นสื่อในการเรียก เมื่อเรียกแล้วให้ไปเริ่มต้น ดึงแบบอักษรออกมาจากรหัสใดใน FMAT เช่น

```
I 161
S 164
....
[ 185
```

เมื่อเปิดด้วยตัวควบคุม ^PI ตามด้วย I เป็นการสั่ง MRW ให้ไปดูในไฟล์ L3 ว่าจะเริ่มดูแบบอักษรได้ที่รหัส 161 162 163 (ดูตาราง 2) เมื่อพิมพ์ก็จะได้เครื่องหมายอินทิกรัลตามต้องการ

ในทำนองเดียวกัน ถ้าเราสั่งด้วย ^PI ตามด้วย S ก็หมายถึงต้องการพิมพ์เครื่องหมายซิกม่า เริ่มดูแบบอักษรที่รหัส 164 165 166 หรือสั่งด้วย ^PI ตามด้วย { ก็หมายถึงต้องการพิมพ์เครื่องหมายวงเล็บปีกกาใหญ่เปิด เป็นต้น

คำสั่ง ^PI จะควบคุมอักษรที่ตามมาได้ 1 ตัวเท่านั้น ดังนั้นเราไม่ต้องปิดท้ายด้วยคำสั่งนี้อีก

2. การพิมพ์เศษส่วน

MRW สามารถพิมพ์เศษส่วนได้โดยไม่ต้องอาศัยการวางตำแหน่งของอักขระภาษาไทย คำสั่งในการพิมพ์เศษส่วน มีรูปแบบเป็น

^PF...../.....^PF

เมื่อตัวอักษรที่อยู่หลัง ^PF ตัวแรกและก่อนเครื่องหมาย "/" จะหมายถึงเศษ และ ตัวอักษรที่อยู่หลังเครื่องหมาย "/" และก่อน ^PF ตัวหลังจะหมายถึงส่วน ซึ่งวิธีเรียกใช้ก็เหมือนการพิมพ์หารในบรรทัดเดียวทั่วไปเพียงแต่ครอบด้วย ^PF เมื่อพิมพ์ออกมาจะได้เศษส่วนที่ถูกต้องตามวิธีเขียนทางคณิตศาสตร์ พร้อมจัดกึ่งกลางเศษส่วนให้ด้วยอย่างสวยงาม

เช่น ^PF dy/dx ^PF จะได้ $\frac{dy}{dx}$

^PF (x+y+z)/a ^PF จะได้

$\frac{(x+y+z)}{a}$

ถ้าเศษส่วนเป็นอักษรปกติ MRW จะใช้แบบตัวอักษรเดิมใน FONT1 มาวางเรียงตำแหน่งให้เอง หากเศษหรือส่วนมีการยกกำลัง ก็สามารถใช้ ^PT ...^PT ควบคุมได้ หรือถ้าต้องการทำสัพสคริปต์ก็ใช้ ^PV...^PV ควบคุมได้เช่นกัน ดังนั้นรูปแบบทั่วไปของการสั่งพิมพ์เศษส่วนจึงเป็น

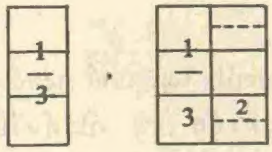
^PF...^PT...^PT...^PV...^PV.../
...^PT...^PT...^PV...^PV...^PF

หากท่านเคยใช้เวิร์ดราชวิถีหรือเวิร์ดโปรเซสเซอร์ตัวอื่นจะทราบว่า ^PT...^PT คือการทำซูเปอร์สคริปต์ และ ^PV...^PV คือการทำสัพสคริปต์นั่นเอง

ตัวอย่างที่ทำได้

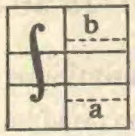
$\frac{a^2}{(b^2+c)}$, $\frac{a_{ij}}{b_{jk}}$

ความแตกต่างระหว่าง $\frac{1}{3}$ กับ $\frac{1}{3^2}$ จะพบว่า $\frac{1}{3^2}$ ตัวส่วนมีการยกกำลัง 2 ดังนั้น MRW จะปรับระดับเลข 3 ลงล่างให้ต่ำกว่า $\frac{1}{3}$ ลงเล็กน้อยเพื่อความสวยงาม การวางตำแหน่งจะเป็นดังนี้



3. การพิมพ์ลิมิตของการอินทิเกรต

ถ้าต้องการอินทิเกรตจาก a ถึง b MRW ก็สามารถทำได้เช่นกัน โดยจะจัดให้อยู่ในตำแหน่งดังนี้



เมื่อ a และ b จะดึงแบบมาจาก FMATS เราจะสั่งพิมพ์ลิมิตได้ดังนี้

^PK.....^.....

เมื่อตัวอักษรที่อยู่หลัง ^PK และก่อนเครื่องหมาย "^" จะถือว่าเป็นลิมิตล่างของอินทิกรัล และตัวอักษรที่อยู่หลังเครื่องหมาย "^" จนถึง space bar จะถือเป็นลิมิตบนของอินทิกรัล ซึ่งเครื่องหมาย "^" ในที่นี้จะหมายถึงคำว่า "ถึง"

ดังนั้นเราจะอ่านได้ว่า ^PK... ลิมิตล่าง...ถึง...ลิมิตบน... เมื่อนำไปใช้คู่กับเครื่องหมายอินทิกรัล จะสั่งได้เป็น ^PII ^PK...ลิมิตล่าง...ถึง...ลิมิตบน... จึงสื่อความหมายได้ว่า "อินทิเกรตจากลิมิตล่างถึงลิมิตบน" เช่น

^PII ^PKa^b หน้าจอจะเป็น $\int_a^b$

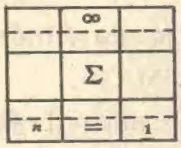
IK
Ia^b จะพิมพ์ IK

^PII ^Pk(a-1)^(b+1) หน้าจอจะเป็น $\int_{(a-1)}^{(b+1)}$ จะพิมพ์ IK

IK
I(a-1)^(b+1)
IK

4. การพิมพ์ลิมิตของการบวก

ถ้าต้องการผลบวกจาก n = 1 ถึง ∞, MRW ก็สามารถทำได้เช่นกัน โดยจะจัดให้อยู่ในตำแหน่งดังนี้



เมื่อ n = 1 และ ∞ จะดึงแบบมาจาก FMATS เราจะสั่งพิมพ์ลิมิตได้ดังนี้

^PH.....^.....

เมื่อตัวอักษรที่อยู่หลัง ^PH และก่อนเครื่องหมาย "^" จะถือว่าเป็นลิมิตล่างของ sigma และตัวอักษรที่อยู่หลังเครื่องหมาย "^" จนถึง space bar จะถือเป็นลิมิตบนของ sigma ซึ่งเครื่องหมาย "^" ในที่นี้จะหมายถึงคำว่า "ถึง"

ดังนั้นเราจะอ่านได้ว่า ^PH... ลิมิตล่าง...ถึง...ลิมิตบน... เมื่อนำไปใช้คู่กับเครื่องหมาย sigma จะสั่งได้เป็น ^P2S ^PH...ลิมิตล่าง...ถึง...ลิมิตบน ...จึงสื่อความหมายได้ว่า "sigma จากลิมิตล่างถึงลิมิตบน" เช่น

^P2S ^PHn = 1^@ หน้าจอจะเป็น $\overset{2H}{Sn}_{2H} = 1$^@ จะพิมพ์ $\sum_{n=1}^{\infty}$

^P2S ^PHn=i^j-1 หน้าจอจะเป็น $\overset{2H}{Sn}_{2H} = i^j-1$ จะพิมพ์ $\sum_{n=1}^{i}$

เราสังเกตได้ว่า ตำแหน่งกึ่งกลางของลิมิตบนและลิมิตล่าง จะตรงกับเครื่องหมายซิกม่า ถ้าเราต้องการให้ตำแหน่งกึ่งกลางอยู่เยื้องออกไปทางซ้ายอีก 1 2 3 4 ตำแหน่ง ก็สามารถทำได้เช่นกัน ซึ่งนำไปใช้กับ $\lim_{x \to 1}+$

เข้าสู่ MRW

ท่านผู้ใช้จะต้องพิมพ์ข้อความต่าง ๆ ด้วยเวิร์ดราชวิถีก่อน แล้วจึงนำ MRW มาใช้ ซึ่งวิธีการเรียกใช้นั้นจะเรียกจาก

A>MRW

หรือจะเรียกจาก Menu รายการที่ 2 ของ RW ก็ได้ แต่ต้องเป็น RW version MATH ซึ่งผู้เขียนต้องขออนุญาตคุณหมอ น.พ.ชุษณะ มะกรสาร เจ้าของเวิร์ดราชวิถี มาในที่นี้ที่แก้ได้ RW version 1.2 เป็น RW version MATH ไปเพื่อให้สามารถเรียก MRW มาใช้ได้

ผู้เขียนหวังว่า MRW นี้คงช่วยงานพิมพ์คณิตศาสตร์ของท่านได้บ้าง และขอให้เวิร์ดราชวิถี เป็นเวิร์ดโปรเซสเซอร์ที่นิยมแพร่หลายกันต่อไป หากท่านมีข้อแนะนำประการใดเกี่ยวกับ MRW โปรดติดต่อหรือสอบถามได้ที่

สมชาติ รุ่งเรืองสรการ
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กทม. 10800

รูปที่ 1 ตัวอย่างตัวอักษรคณิตศาสตร์ที่พิมพ์ได้

- superscript x^{123}
- subscript x_{123}
- superscript มี subscript $V_1 e^{-i\theta_1} V_2 e^{-i\theta_2} = V_1 V_2 e^{-i(\theta_1+\theta_2)}$
- subscript มี superscript A_{x^2}
- เศษส่วน $\frac{(2x^2 - 3y^2 + 5z^2)}{2a_{ij} - k^2}$, $\frac{(2x^{\alpha} - 3\zeta y^{\beta} - 5z_{\gamma})}{2a^i - \sqrt{k}}$

  Einstein summation convention $\sum_{j=1}^{3} \frac{\partial x^i}{\partial x^j} dx^j = \frac{\partial x^i}{\partial x^j} dx^j$
- Taylor series $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a)^n$
- Bessel fuction $J_p = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (k/2)^{2n+p}}{n!\Gamma(p+n+1)}$
- Fourier Series $f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos\frac{n\pi x}{p} + b_n \sin\frac{n\pi x}{p}$

  เมื่อ $a_n = \frac{1}{p}\int_{-p}^{p} f(x)\cos\frac{n\pi x}{p}\, dx$

  และ $b_n = \frac{1}{p}\int_{-p}^{p} \sin\frac{n\pi x}{p}\, dx$
- สมการเชิงเส้นอันดับ 1 $\frac{dy}{dx} + P(x)dx = Q(x)$

  มีคำตอบทั่วไปเป็น $y = e^{-\int p(x)dx}\left[\int e^{\int p(x)dx} Q(x)dx + C\right]$
- สมการเชิงอนุพันธ์อันดับ 2 $L\frac{d^2i}{dt^2} + R\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}i = \frac{d}{dt}E(t)$
- ลิมิตทางซ้าย $\lim_{x \to 1^-} (-26x^{-3})$
- ลิมิตทางขวา $\lim_{x \to 1^+} (1-24x^{-3})$
- อนุพันธ์ $\lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$
- เอกซ์โปเนนเชียล $P\left[\lim_{k \to \infty} \left(1 + \frac{r}{k}\right)^{k/r}\right]^{rt} = Pe^{rt}$
- อนุกรม $\frac{1}{1^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \ldots = \frac{1}{\pi^2} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2}$

→

รูปที่ 1 (ต่อ)

- integral $\int_{x^2}^{x/3} f(x,y)dxdy$, $\int_{2x}^{\sqrt{3}} f(x)dx$, $\int_{x^2}^{x_{ij}} f(x)dx$
- close integral $\oint \vec{H} dl$
- Sigma $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$
- double integral $\int_{\Omega}\int \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + 1}\ dxdy = F(x,y)$
- vector $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{CD}$
- Maxwel's equation $\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$
- Laplace Transform $\int_0^{\infty} e^{-st} f(t)dt$
- Fourier Transform $\int_{-\infty}^{\infty} F(y) e^{j\nu t} dt$
- inverse Laplace $L^{-1}\left\{\frac{1}{s-1}\right\} + L^{-1}\left\{\frac{2}{s^2}\right\} = e^t + 2t$
- wave equation $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = c\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$
- matrix $A_{2\times 2} = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$
- มีความสามารถในการพิมพ์ 5 ระดับใน 1 บรรทัด $1^{3^{57}_{\phi}}_{2_{4\theta}{}^{8}}$
- dot $\dot{X}\ \dot{x}\ \ddot{X}\ \ddot{x}$
- unit step function $u(t) = \begin{cases} 1, t>0 \\ 0, t<0 \end{cases}$
- bar $\bar{x}$ $\overline{xy}$ $\overline{xy}$ $\overline{xyz}$ $\overline{xyz}$ $\overline{abcde}$

เมนู...เล่มล่า...

- การติดตั้งระบบ Config.sys และ Config.db 7
- จากดีเบสทรีไปเป็นดีเบสทรีพลัส 15
- การใช้ CATALOG 31
- การเขียนโปรแกรมด้วยดีเบสทรีพลัส 35
- เรื่องของตัวแปรและอะเรย์ 60
- ดีเบสกับเอ็มเอสดอส 70
- ความสัมพันธ์ระหว่างไฟล์ 77
- เวลาเป็นเงินเป็นทอง 87
- e^x log N และค่าทางตรีโกณมิติ 94
- ดีเบสกับการสร้างกราฟ 104
- ใช้ดีเบสทรีจัดเรียงคำภาษาไทย Thai Sort 122
- ดีเบสทรีพลัสกับภาษาแอสเซมบลี 131
- โปรแกรมจัดโครงสร้างโปรแกรม (Automatic Indent Lister: AIL version 1.01) 151

ฯลฯ

ลิ่มเพียง 110 บาท

จาก

ไมโครคอมพิวเตอร์